동적 모드 변환을 이용한 이더넷 성능 개선

황민태[†] · 윤일환[††] · 이재조[†††]

요 약

본 논문에서는 대표적 근거리 통신망인 이더넷(Ethernet)에서 이용되는 CSMA/CD 프로토콜이 p-지속이나 비-지속의 고정 모드에서 동작하는 것이 아니라 통신망 상태에 따라 두 모드 사이에서 동적으로 변환하도록 하여 통신망 사용 효율을 높일 수 있는 새로운 프로토콜을 제안한다.

동적 모드 변환은 각 노드에서 독립적으로 발생하며, 연속적으로 패킷 전송에 성공한 횟수와 실패한 횟수를 이용하게 된다. 시뮬레이션을 통한 성능 분석 결과 단일 모드에서 동작하는 것보다 통신망 사용 효율이 향상되며, 전송 지연 특성 또한 우수함을 알 수 있었다. 또한 새로이 제안한 프로토콜은 기존의 이더넷 전용칩을 그대로 이용하면서 간단한 제어 기능의 추가만으로 동작 모드의 제어가 가능하다.

Performance Improvement of Ethernet using Dynamic Mode Change

Min-Tae Hwang[†], Il-Hwan Yoon[††] and Jae-Jo Lee[†††]

ABSTRACT

In this paper, we newly propose a performance enhanced CSMA/CD MAC(Medium Access Control) protocol for the Ethernet which changes its operation mode dynamically according to the network status, not fixed it as one of p-persistent mode and non-persistent mode.

Dynamic mode change occurs independently on each node, and uses the consecutive success count and the fail count of the frame transmission. The simulation result shows that the dynamic mode change maintains the enhanced network utilization and transmission delay characteristics. Also we show the implementation simplicity of our MAC protocol through its conceptual design using the Ethernet commercial chip as it stands.

1. 서 론

최근 인터넷(Internet) 기술의 급성장으로 인해 대부분의 근거리 통신망 사용자들은 기존의 전자우편이나 파일 송수신 기능 이외에 인터넷 폰(Internet Phone)을 이용한 음성 메시지 교환, 인터넷 방송 서비스, 화상 채팅 등과 같은 다양한 멀티미디어 정보를 주고 받고 있다. 그러나 데이터 통신 위주로 설계된 인터넷 프로토콜 상에서 이러한 멀티미디어 서비스를 제공하려는 노력은 아직 이렇다 할 만한 실효를 거두지 못하고 있는 실정이다. 즉, 근거리 통신망 환경에서 인터넷 폰을 이용한 대화시 음질이 저하되고 잦은 끊김 현상이 발생하며, 동영상 방송 수신시 버퍼링 시간이 길어진다거나 화면이 정지된 상태가 오래 지속된다거나 하는 경우가 아직 해결되지 못하고 있는 것이다.

특히, 근거리 통신망은 다수의 사용자들이 전송매체를 공유하는 환경이므로 이들 사용자들간의 매체 사용 경쟁에 따른 잦은 충돌 문제와 재전송에 따른 오버헤드가 멀티미디어 서비스 수용에 큰 장애로 작용하고 있음은 자명하다.

일반적으로 근거리 통신망이라 하면 이더넷(Ethernet)이라 부를 정도로 대부분의 근거리 통신망에

[†] 정회원, 창원대학교 정보통신공학과 조교수

[††] 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정

[†††] 한국전기연구원 정보광응용연구그룹 선임연구원

서 이용되고 있는 이더넷 통신망은 IEEE 802.3 표준 프로토콜로 채택된 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 매체 접속 제어(MAC: Medium Access Control) 프로토콜을 사용하고 있다. MAC 프로토콜의 효시는 하와이 대학에서 개발된 알로하(ALOHA) 프로토콜이며, 이후 CSMA(Carrier Sense Multiple Access), CSMA/CD, 토큰 링(Token Ring), 토큰 버스(Token Bus), 그리고 슬롯 링(Slot Ring) 등의 많은 데이터 통신 프로토콜들이 개발되었다. 이 중에서 CSMA/CD 프로토콜만이 거의 독보적인 존재로서 대부분의 근거리 통신망에서 광범위하게 이용되고 있는 추세이다.

현재 주로 이용하고 있는 이더넷을 기본으로 하여 대용량 서버 등의 이용 분야에 패스트 이더넷이나 기가비트 이더넷 등의 기술을 적용하고 있지만 이들 기술은 모두 CSMA/CD MAC 프로토콜을 기본으로 하고 있으며, 대부분의 일반 사용자들은 꾸준히 현재의 이더넷을 사용하게 될 것으로 기대되므로 이더넷의 매체 접근 제어 프로토콜에 대한 성능 향상 연구는 필요하다고 여겨진다.

그 동안 근거리 통신망을 위한 새로운 프로토콜의 개발 노력은 있어 왔지만 대부분 기존 이더넷의 근본적인 동작 메커니즘에서 벗어나 새로운 프로토콜을 개발하는 것에 대한 연구가 주류를 이루었다. 이들 대부분의 경우 기존 근거리 통신망에서 멀티미디어 서비스를 수용할 수 있거나 높은 통신망 사용 효율을 제공함을 이론적으로 제시하고 있지만 프로토콜이 너무 복잡하여 하드웨어 구현이 어려우며 기존 통신망과의 호환성이 결여되어 실제 통신망 환경에서 사용되기에는 부적합한 기술로 여겨지고 있다.

따라서 본 논문에서는 대표적 근거리 통신망인 이더넷에서 이용되는 CSMA/CD 프로토콜이 p-지속(p-Persistent)이나 비-지속(non-Persistent)의 고정 모드에서 동작하는 것이 아니라 각 노드에서의 연속적인 전송 성공 횟수와 실패 횟수에 따라 두 모드 사이에서 동적으로 변환하도록 하여 통신망 사용 효율을 높일 수 있는 새로운 프로토콜을 제안한다.

본 논문의 구성을 보면 2장 관련 연구에서는 이더넷의 성능을 높이기 위한 몇 가지 기술들에 대한 언급을 하고, 3장에서는 개선된 프로토콜의 제안과 시뮬레이션을 통한 성능 분석을 다루었다. 그리고 4장에서는 제안한 프로토콜을 구현하기 위한 개념 설계를 다루었으며, 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

기존 이더넷 프로토콜의 성능을 향상시키기 위한 연구가 여러 가지가 있다. 이는 소프트웨어의 변경, 즉 기존의 CSMA/CD 에다 충돌 해결이나 실시간 데이터의 수용을 통한 성능 향상이 주를 이루는데 첫번째로 CSMA/CD-DP (CSMA/CD-Dynamic Priorities)을 들 수가 있다[1]. CSMA/CD-DP에서는 충돌이 발생하기 전에는 CSMA/CD와 같은 동작을 하지만 일단 충돌이 발생하면 지연 모드로 들어가서 스테이션의 전송 매체에 대한 접근이 순서적으로 발생되게 한다. 그래서 충돌의 횟수가 2번 이상 발생하지 않도록 한다. 충돌이 발생하면 CSMA/CD-DP에서는 지연 모드로 들어가게 되고 각 스테이션의 우선순위에 따라 전송 매체에 접근한다. 각 스테이션의 우선 순위는 프레임을 전송하기 전에 기다리는 시간을 조절함으로써 구현된다. 각 스테이션에게 공정한 전송 매체 접근 기회를 주기 위해 스테이션의 우선순위 번호가 순환적으로 변하게 된다. 우선 순위를 변경시키는 시점에 대한 각 스테이션의 동기를 맞추기 위해 CSMA/CD-DP 프로토콜은 수신측이 데이터 프레임을 성공적으로 수신한 후에 ACK를 방송하게 된다. 이 ACK를 받은 각 스테이션들은 자신의 전송 지연을 $i = (i + 1) \bmod N$ 에 따라 변경시킨다.

두 번째로는 RETHER(Realtime ETHERnet)을 들 수가 있다[2]. RETHER는 CSMA 모드와 RETHER 모드의 두 가지 모드로 동작하게 된다. CSMA 모드에서는 기존의 CSMA/CD와 같은 동작을 하지만 실시간 데이터가 있을 때 전환되는 RETHER 모드에서는 Timed Token-Passing 방법을 이용해 실시간 데이터 전달을 가능하게 해 준다. 기본적인 동작을 보면 두 가지 모드의 변환을 위해서 Switch-to-RETHER와 Switch-to-CSMA란 메시지를 사용한다. CSMA 에서 RETHER로 바뀌는 경우는 전송할 실시간 데이터를 가지 노드가 발생했을 때로서 실시간 데이터를 가진 노드가 전체 망에 Switch-to-RETHER란 메시지를 브로드캐스팅 하고 메시지를 받은 다른 노드들은 자신의 모드를 RETHER 모드로 변경한 다음 메시지를 보낸 노드에게 ACK를 보내게 된다. 모드 변경을 알린 노드는 모든 노드의 Ack를 받은 다음에야 자신이 가진 데이터를 전송한다. 망의 동작이나 망의 Active Node의 선정 기준은

기존의 토큰 링과 유사하게 동작한다. 그 반대의 경우는 모든 노드가 더 이상 전송 할 실시간 데이터가 없을 경우 발생하는데 마지막 전송을 한 노드가 Switch-to-CSMA메시지를 브로드캐스팅하고 토큰을 없애 버림으로써 CSMA/CD로 동작하게 된다.

세 번째로 CSMA/CD-DCR(CSMA/CD With Deterministic Contention Resolution) 프로토콜이 있다[3]. DCR은 하드웨어가 많이 변경되어야 하는 단점이 있지만 토큰 패싱(Token Passing)과 같은 효율성을 얻을 수 있다. DCR의 특징은 신호의 방향을 감지할 수 있도록 하드웨어를 구현하여, i) 자신이 보낸 메시지를 받고, ii) 수신한 메시지가 어느 쪽에서 왔는지를 알 수 있으며, iii) 메시지를 한쪽 방향 또는 양쪽 방향으로 전송할 수 있다.

DCR은 Contention Mode와 Resolution Mode 두 가지 모드로 동작하는데 핵심은 충돌이 일어나기 전에는 Contention Mode로 동작하다가 충돌이 일어나면 더 이상 충돌이 일어나지 않도록 Resolution Mode로 변경하여 기존의 충돌을 해결한 후 매체의 상태가 안정적이라고 판단했을 때 다시 본래로 돌아오는 형식을 취한다.

지금까지 살펴본 이더넷 성능 향상 프로토콜은 성능 향상이라는 장점이 있는 반면에 각 노드의 기능이 복잡해지고 하드웨어의 구현 및 소프트웨어의 요구사항이 까다롭다는 단점을 가지고 있다.

3. 동적 모드 변환을 이용한 이더넷 성능 개선

본 논문에서는 기존의 이더넷 통신망에서 사용되는 CSMA/CD 프로토콜의 전송 모드를 동적으로 변화시켜 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 프로토콜을 제안하고자 한다. CSMA/CD 프로토콜은 CSMA (Carrier Sense Multiple Access) 프로토콜의 기능에다 전송 직후에 충돌을 확인하는 충돌 검출(Collision Detection) 기능만을 추가하여 충돌로 인해 낭비되는 대역을 줄인 프로토콜이므로, 본 논문에서는 CSMA/CD의 핵심 기능인 CSMA 프로토콜에서의 성능 향상 방안에 대해서만 기술하고자 한다.

3.1 동적 모드 변환을 이용한 프로토콜 제안

CSMA 프로토콜이 0.1-지속이나 비-지속의 고정 모드에서 동작하는 경우의 전송 성공률에 대한 그래프가 그림 1에 나타나 있다[4]. 그림에서 G는 슬롯당 생성되는 평균 프레임 수로서 통신량의 척도이며, S는 성공적으로 전송된 평균 프레임 수로서 성공률의 척도를 나타낸다.

이때 고정 모드로 동작하는 것이 아니라 동적 모드로 동작하게 되는 경우에 항상 통신망 사용 효율이 최적인 상태가 유지될 수 있음을 발견하였으며, 이때 예측 가능한 성공률 그래프는 그림 1에 점선으로 표시된 바와 같다.

그림에서 살펴보는 바와 같이 0.1-지속 CSMA는 동일 타임 슬롯에 매체에 접근 노드수가 비교적 적을 때에는 비-지속에 비해 전송 성공률이 높아지지만 그렇지 않은 경우에는 전송 성공률이 낮아지게 된다. 따라서 두 가지 동작 모드간의 동적 변환 기능을 갖게 되는 경우 고정된 동작 모드를 사용하는 것보다 통신망 사용 효율이 높아짐을 예상할 수 있다.

앞서 제 2 장 관련 연구에서 살펴본 이더넷 성능 향상 프로토콜의 경우 성능 향상 혹은 실시간 트래픽 수용을 위해 아주 복잡한 메카니즘을 사용하게 되므로 하드웨어로 구현하게 되는 경우 기존의 이더넷 전용 칩셋을 그대로 활용할 수 없고 별도로 전용 칩을 개발해야 한다.

그러나 본 연구에서는 아주 간단한 모드 변환 기능을 통해 기존의 이더넷 전용 칩셋을 그대로 사용하면서 간단한 제어 로직의 추가만으로 구현이 가능한 새로운 프로토콜을 개발하였다. 동적 모드 변환은 각 노드에서 독립적으로 동작하게 되며, 연속적으로 패킷을 성공적으로 전송한 횟수(α)와 연속적으로 패킷 전송에 실패한 횟수(β)를 이용하게 된다. 그림 2에 각 노드의 상태 천이도가 나타나 있다.

초기 동작 모드는 0.1-지속 모드로 동작하게 된다.

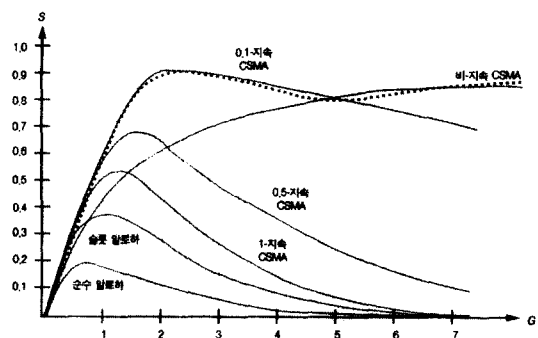



그림 1. CSMA의 성공률 및 동적 모드 변환시 예상되는 성공률

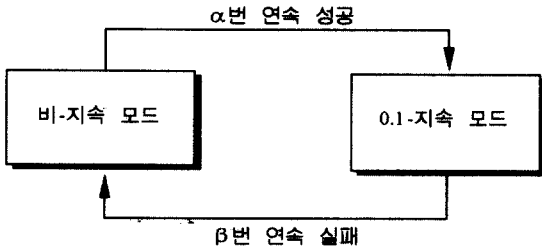



그림 2. 동적 모드 변환 이용시 각 노드의 상태 천이도

각 노드에서 패킷의 전송이 연속적으로 α번 성공하게 되는 경우는 통신망에 패킷을 전송하려는 노드가 적은 경우에 해당한다. 따라서 이러한 경우에는 0.1-지속 모드를 계속 유지하게 된다. 연속 성공 카운터가 α가 되기 전에 패킷 충돌로 인한 전송 실패를 만나게 되면 카운터는 다시 0으로 초기화된다.

만약, 0.1-지속 모드에서 β번 연속적으로 전송에 실패하게 되면 이는 동시에 패킷을 전송하려는 노드 수가 많아진 경우에 해당하므로 자신은 비-지속 모드로 전이하게 된다. 이유는 패킷을 전송하려는 노드가 많은 경우에는 0.1-지속 보다는 비-지속 모드가 성공률이 높아지고 통신망 사용 효율이 높아지기 때문이다.

비-지속 모드에서 연속적으로 α번 전송에 성공하게 되면 다른 경쟁 노드들이 더 이상 보낼 패킷이 없어지거나 비활성 상태라는 것을 간접적으로 알 수 있다. 따라서 자신은 동작 모드를 트래픽이 작을 때 성공률이 높은 0.1-지속 모드로 변환하면 된다.

앞서 그림 1에서 0.1-지속 성공률과 비-지속 성공률 그래프가 교차되는 지점을 전후해서 통신망 사용 노드들은 0.1-지속 모드와 비-지속 모드가 공존하게 되는 경우가 발생한다. 그러나 한시적인 상황에 불과하며 대부분의 경우 전체 노드가 0.1-지속 모드나 비-지속 모드에서 존재하게 된다. 따라서 동적 모드 변환에 따른 통신망 사용의 공평성 문제는 사소한 것이 되며, 어차피 CSMA/CD MAC 프로토콜이 경쟁 기반의 통신 프로토콜이므로 근본적으로 공평성을 제공하기 힘들다.

각 노드에서 0.1-지속과 비-지속 모드간의 변환이 이루어지는 빈도는 α와 β값을 어떻게 잡느냐에 따라 달라진다. 비교적 크게 잡으면 빈도수가 줄어들고 적게 잡으면 빈도수가 많아질 수도 있다. 하지만 모드 변환이 일어나는 경우는 연속적으로 α번 성공하거나 연속적으로 β번 실패하게 되는 경우인데 확률상으로도 동일한 모드를 유지하게 될 확률보다 떨어지며, 동시에 다수의 노드가 경쟁에 참여하거나 동시에 다수의 노드가 경쟁에서 빠져나가게 되는 경우를 제외하고는 각 노드에서의 모드 변환이 거의 발생하지 않게 된다.

3.2 제안된 프로토콜의 성능분석

먼저 비-지속 CSMA와 0.1-지속 CSMA에 대한 시뮬레이터를 만들어 통신망 사용률 및 지연시간을 측정하였다. 시뮬레이션 결과가 Tobagi 논문[5]에서 제시하고 있는 0.1-지속 CSMA 및 비-지속 CSMA의 시뮬레이션 결과와 거의 유사한 결과를 얻어냈다. 따라서 개발한 시뮬레이터의 정상 동작을 확인하였으며, 본 시뮬레이터에다 연속 성공 횟수와 연속 실패 횟수를 이용한 동적 모드 변환 기능을 추가하여 시뮬레이션을 수행하였다.

모드 변환의 경계 수치인 α와 β의 적정값을 선택하기 위해 다양한 값에 대한 시뮬레이션을 수행하였으나 비슷한 그래프 특성을 보여주었다. 그림 3은 α가 15이고 β가 3인 경우 0.1-지속 모드, 비-지속 모드, 그리고 동적 모드 변환 기능의 통신망 사용률을 비교한 그래프이다.

그래프에서 보여지는 X 축의 수치는 동시에 전송을 시도하는 노드의 수를 나타내며 Y 축은 통신망 사용률을 나타낸다. 각 노드에서의 트래픽 발생률과 평균 패킷의 길이는 포아송 분포를 따르며, 각 동작 모드에서 임의의 타임 슬롯을 건너뛰는 경우는 이진 백오프(Binary Backoff) 알고리즘을 적용하였다.

예상한 바와 유사하게 경쟁에 참여하는 노드수가 증가할수록 0.1-지속 모드는 점차 통신망 사용률이 떨어지는 반면 비-지속 모드는 거의 일정한 통신망

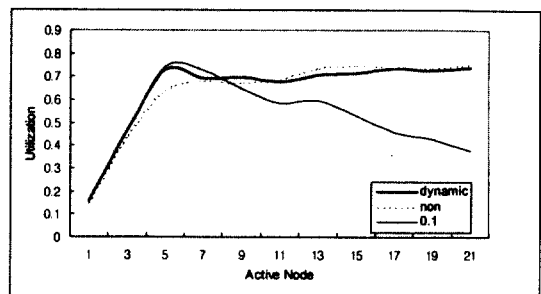



그림 3. 동적 모드 변환 MAC 프로토콜의 통신망 사용 효율

사용 효율을 보이고 있다. 동적 모드 변환 기능을 이용하게 될 경우 노드 수가 적은 경우에는 통신망 사용 효율이 우수한 0.1-지속 모드를 거의 따르고 있으며, 노드수가 증가하게 될 경우에는 비-지속 모드의 통신망 사용 효율을 얻고 있음을 알 수 있다.

그림 4는 상기 시뮬레이션 환경에서 전체 통신망의 평균 패킷 전송 지연 시간을 측정한 그래프이다. 여기서 지연 시간은 패킷이 생성된 시점부터 성공적으로 전송될 때 까지의 평균 시간이다. 그래프에서 살펴볼 수 있는 바와 같이 동적 모드 변환 프로토콜의 지연시간 특성 역시 비-지속과 0.1-지속의 우수한 특성을 거의 그대로 반영하고 있음을 알 수 있다.

또한, 다음과 같은 다양한 환경에서 시뮬레이션을 실시하였으나 앞서 소개한 바와 유사한 통신망 사용 효율과 지연시간 특성을 보임을 알 수 있었다.

- 시뮬레이션 중간에 각 노드의 트래픽 발생 주기를 변환시키는 경우
- 트래픽 발생률을 증가시키거나 감소시키는 경우
- 임의의 타임 슬롯을 건너뛰게 되는 경우를 랜덤하게 적용시키는 경우

그림 5는 제안한 동적 모드 변환 기능을 갖는 CSMA 프로토콜의 성능 분석을 위해 개발한 시뮬레이션 프로그램의 동작을 캡쳐한 화면을 보여주고 있다.

4. 하드웨어 구현을 위한 개념 설계

본 연구에서 개발한 동적 모드 변환 MAC 프로토콜은 그림 6과 같이 기존의 이더넷 전용 칩셋을 그대로 활용하면서 모드 제어를 위한 간단한 부가 회로만을 필요로 하므로 하드웨어 개발에 따른 부담을 덜 수 있다.

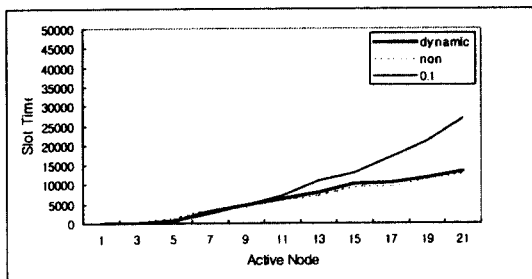



그림 4. 동적 모드 변환시의 전송 지연 특성

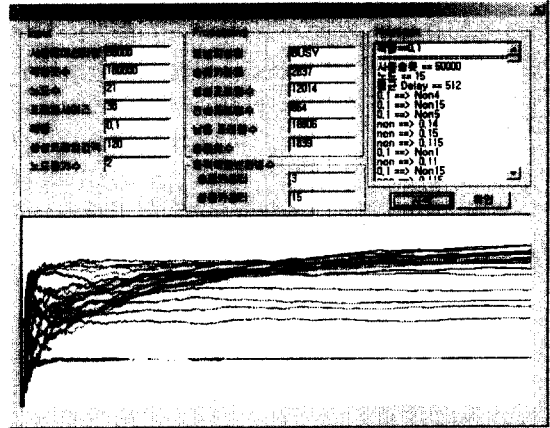



그림 5. 개발한 시뮬레이션 프로그램 동작 화면

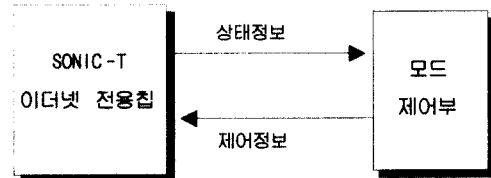



그림 6. MAC 기능 블록도

개념 설계를 위해 고려한 CSMA/CD MAC 전용칩은 National Semiconductor사에서 개발하여 많이 이용되고 있는 SONIC-T 칩[6]을 대상으로 하였다.

SONIC 칩은 높은 스피드와 32 비트와 16 비트 시스템의 요구에 부흥하는 2세대 이더넷 콘트롤러로서 DP8392 칩셋과 한 쌍으로 쓰일 때 IEEE 802.3 Encoder/Decoder(ENDEC)와 완전한 호환성을 가진다.

SONIC 칩은 이더넷 통신망에 대한 매체 접근 프로토콜을 처리하는 기능을 하며 그림 7와 같이 패킷 메모리와 제어 메모리를 가진다.

이더넷 패킷이 도착하면 SONIC 칩은 제어 메모리 내의 RRA(Receive Resource Area) 영역을 참조하여 RBA(Receive Buffer Area) 영역의 버퍼 자원을 할당한다. 도착한 패킷은 RBA 영역에 저장되며, 버퍼 시작 주소 및 크기에 대한 정보를 제어 메모리 내의 RDA(Receive Description Area) 영역에 저장하고 난 뒤에 이를 프로세서(예: 인텔사의 i960 마이크로프로세서)에게 알린다.

반대로 이더넷 통신망으로 패킷을 보내려면 프로세서는 TBA(Transmit Buffer Area) 영역에 보낼 정보를 담은 다음 시작 주소 및 길이 등의 정보를 TDA

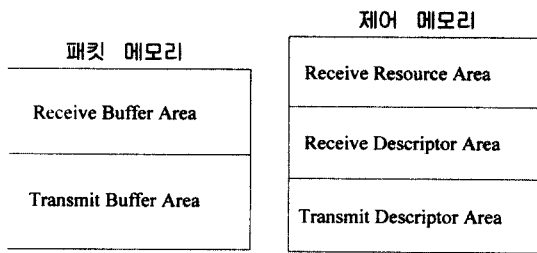



그림 7. SONIC 칩의 메모리 구성

(Transmit Descriptor Area) 영역에다 기록하고서 SONIC 칩으로 송신 명령을 보낸다. 이 명령을 받은 SONIC 칩은 TBA 영역으로부터 데이타를 읽어와서 이더넷 패킷을 만든 다음 이를 통신망으로 내보낸다.

그림 6에서 모드 제어부는 SONIC 칩의 초기화 기능을 담당하며, 동작 과정에서 연속 성공 횟수와 연속 실패 횟수를 이용하여 새로운 동작 모드로 세트하는 역할을 하게 된다.

이러한 모드 제어부는 FPGA(Field Programmable Gate Array)를 이용한 전용칩 제작을 통해 하드웨어로 구현하거나 프로세서를 이용한 소프트웨어 기능으로 구현하게 된다. 본 논문에서는 SONIC 칩의 패킷 송수신 기능 제어를 위해 프로세서가 이용될 것이므로 별도로 모드 제어 기능만을 위해 하드웨어 전용칩을 설계하는 것보다 프로세서가 모드 제어를 소프트웨어적으로 수행할 수 있도록 고려한다.

따라서 모드 제어부는 SONIC 칩 제어를 위한 프로세서와 SONIC 칩 초기화 프로그램과 모드 제어 기능이 프로그램으로 탑재된 메모리를 갖게 된다.프로세서는 SONIC 칩의 초기화를 끝내고 나면 프로세서는 패킷의 송수신 기능을 관리하게 된다.

프로세서가 전송할 패킷을 TBA의 한 영역에 기록한 뒤, 그 영역과 매핑되어 있는 TDA의 Configuration, Pkt_size, Frag_count 등의 정보를 기록하여 Command Register의 TXP=1로 설정하여 SONIC 칩에게 알려준다.

그러면 SONIC 칩은 TDA 디스크립터의 제어 정보를 읽어와서 적절한 레지스터에 로드한 다음 해당 영역의 데이터를 전송하게 되며, 전송이 완료되면 전송후의 상태와 전송중에 발생한 충돌 횟수를 TCR (Transmit Control Register)의 Txpkt.status 필드에 기록하고 종료한다. 따라서 동적 모드 변환 제어 프로그램에서는 TCR의 Txpkt.status 필드 내용을 읽어내어 충돌 횟수가 α번을 초과했으면, 다음 패킷의 전송 시작 전에 TDA에 포함된 동작 모드 디스크립터(Txpkt.config)를 다른 동작 모드(비-지속 모드)로 바꾸어 주면 된다. 만약 충돌이 일어나지 않고 성공적으로 전송한 횟수가 β번이 되면 다음 패킷의 전송 시작 전에 Txpkt.config 디스크립터를 0.1-지속 동작 모드로 바꾸어 주면 된다.

TDA는 프로세서와 상태 및 제어 정보를 교환하기 위해 시스템이 생성한 디스크립터들을 포함하는데, 각 디스크립터는 한 개의 패킷에 대응되고 다음의 16비트 필드들로 구성된다.

- Txpkt.status : SONIC 칩에서 기록하며 전송된 패킷의 상태 제공
- Txpkt.config : SONIC 칩을 다양한 전송 모드 중 하나로 프로그래밍 하는 것을 허용
- Txpkt.pkt_size : 전체 패킷의 바이트 수
- Txpkt.frag_count : 패킷이 segment된fragment의 수
- Txpkt.frag_ptr0,1 : TBA상의 전송될 패킷 프래그먼트를 가리키는 32비트 포인터
- Txpkt.frag_size : 패킷 fragment의 바이트 수 (최소값은 1)
- Txpkt.link : 다음 TDA descriptor로의 15비트 포인터.

이처럼 본 연구에서 제안한 동적 모드 변환 기능을 갖는 MAC 프로토콜은 기존의 이더넷 통신망에서 사용하는 CSMA/CD 프로토콜을 그대로 이용하면서 패킷 송수신 기능을 위해 필요로 하는 프로세서의 제어 소프트웨어의 일부 기능으로서 간단히 동작 모드를 제어할 수가 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 이더넷 성능을 개선한 MAC 프로토콜을 제안하고서 성능을 분석하였으며 하드웨어 구현을 위한 개념 설계를 하였다.

이를 위해 근거리 통신망의 대명사로 불리워지는 이더넷 통신망의 성능을 개선하기 위한 몇 가지 기술들을 살펴보았다. 대부분의 이더넷 성능 향상 기술들은 복잡한 기술을 적용하여 충돌의 횟수를 줄이거나 실시간 정보를 수용할 수 있도록 하고 있다. 하지만 프로토콜이 워낙 복잡해지므로 구현의 개념을 떠나

이론상의 기술에 그치고 있는 실정이다. 이러한 기존의 CSMA/CD MAC 프로토콜이 0.1-지속이나 비-지속의 고정 모드에서 동작하는 것 보다 통신망 상태에 따라 두 모드 사이에서 동적으로 동작하는 것이 통신망 사용 효율이 높아질 수 있음에 착안하여 새로운 MAC 프로토콜을 제안하였다. 동적 모드 변환은 각 노드에서 독립적으로 동작하게 되며, 연속적으로 패킷을 성공적으로 전송한 횟수(α)와 연속적으로 패킷 전송에 실패한 횟수(β)를 이용하게 된다. 시뮬레이션을 통한 성능 분석 결과 항상 우수한 채널 사용 효율을 보이며 전송 지연 또한 우수한 프로토콜이 됨을 알 수 있었다. 또한 본 연구에서 제안한 동적 모드 변환 기능을 갖는 MAC 프로토콜은 기존의 이더넷 통신망에서 사용하는 이더넷 전용칩을 그대로 이용하면서 패킷 송수신 기능을 위해 필요로 하는 제어 소프트웨어의 일부 기능 추가로서 간단히 동작 모드를 제어할 수가 있었다.

참 고 문 헌

[1] Wikhard M. Kiesel and Paul J. Kuehn, "A New CSMA-CD Protocol for Local Area Neworks with Dynamic Priorities and Low Collision Probability," IEEE JSAC, Vol. SAC-1, No. 5, pp. 869-876, Nov. 1983.

[2] Chitra Venkatramani and Tzi-cker Chiueh, "Supporting Real-Time Traffic on Ethernet," IEEE Real-Time Systems Symposium, Dec. 1994.

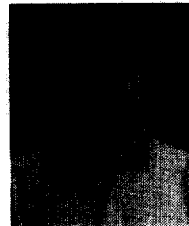
[3] Akihiro Takagi, Shinichi Yamada, and Shohei Sugawara, "CSMA/CD with Deterministic Contention Resolution," IEEE JSAC, Vol. SAC-1, No. 5, Nov. 1983.

[4] 정화자, 김영천, 알기쉬운 데이터 통신 및 네트워크, 시그마프레스, 1999.

[5] L. Kleinrock and F.A. Tobagi, "Packet Switching in Radio Channels: Part I -- Carrier Sense Multiple-Access Modes and Their Throughput-Delay Characteristics," IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-23, No. 12, pp. 1400-1416, Dec. 1975.

[6] 황민태 외, ATM LAN Access Switch(ALAX) 기술 자료집, 한국전자통신연구원, 1998.

황 민 태

1990년 2월 부산대학교 전자계산기공학과(학사)
1992년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과(석사)
1996년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과(박사)
1996년 2월~1999년 2월 한국전자 통신연구원 고속통신망연구실(선임연구원)
1999년 3월~2000년 2월 인제대학교 정보컴퓨터공학부(전임강사)
2000년 3월~현재 창원대학교 정보통신공학과 조교수
관심분야 : 홈 네트워킹, 차세대 인터넷, 멀티미디어 MAC 프로토콜, 전력선 통신 등

윤 일 환

1993년 2월 부산대학교 전자계산기 공학과 (학사)
1995년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과 (석사)
1995년 2월~1998년 10월 전력연구원 정보통신그룹(연구원)
1999년 2월~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정
관심분야 : 인터넷 폰 기술, 멀티미디어 MAC 프로토콜 등

이 재 조

1990년 2월 경희대학교 물리학과(학사)
1992년 2월 경희대학교 전자공학과(석사)
1992년 3월~현재 : 한국전기연구원 정보광응용연구그룹 선임연구원
관심분야 : 전력선 통신, 네트워크 설계 및 관리, MAC 프로토콜 등